

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт фундаментальной медицины и биологии



*подписано электронно-цифровой подписью*

## Программа дисциплины

Молекулярно-генетический анализ в систематике и филогении животных

Направление подготовки: 06.04.01 - Биология

Профиль подготовки: Биоресурсы и биоразнообразие

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2022

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): ведущий научный сотрудник, к.н. Шагимарданова Е.И. (НИЛ Молекулярная вирусология, Институт фундаментальной медицины и биологии), rjuka@mail.ru

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО**

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-2	Способен творчески использовать в профессиональной деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин (модулей), определяющих направленность программы магистратуры;
ПК-2	Способен формулировать актуальные задачи исследования и планировать эксперименты в области изучения живых биологических систем, использовать опытно-экспериментальную и приборную базы по тематике проводимых исследований, анализировать результаты, полученные в ходе решения исследовательских задач

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

Методы и подходы к исследованию геномов, экспрессии генов, принятой классификации животных на основе молекулярных данных. Принципы соблюдения информационной безопасности при работе с генетическими данными.

Должен уметь:

Применять освоенные методы изучения живых систем на практике, пользоваться базами данных для поиска последовательностей ДНК и строить филогенетические деревья на основе нуклеотидных последовательностей.

Должен владеть:

Терминологией, используемой в систематике и филогении, навыками лабораторного эксперимента, информацией о молекулярных механизмах в клетках, способами оценки генетической экспрессии.

Должен демонстрировать способность и готовность:

- адекватно использовать различные методы молекулярного анализа
- самостоятельно планировать ход лабораторной работы,
- анализировать полученные данные традиционными и молекулярными методами анализа
- проводить поиск научной литературы и использовать описанные методы для научной работы

**2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО**

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.07 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 06.04.01 "Биология (Биоресурсы и биоразнообразие)" и относится к части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 1 курсе в 2 семестре.

**3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) на 108 часа(ов).

Контактная работа - 30 часа(ов), в том числе лекции - 10 часа(ов), практические занятия - 20 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 42 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен во 2 семестре.

#### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

##### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная ра- бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабора- торные работы, всего	Лабора- торные в эл. форме	
1.	Тема 1. Тема 1. Основы современной систематики. Таксономическое исследование животного царства.	2	2	0	0	0	0	0	4
2.	Тема 2. Тема 2. Филогения. Филогенетические деревья.	2	2	0	0	0	0	0	4
3.	Тема 3. Тема 3. Основные этапы молекулярно-генетического анализа.	2	2	0	0	0	0	0	4
4.	Тема 4. Тема 4. Биоинформатический анализ.	2	2	0	0	0	0	0	4
5.	Тема 5. Тема 5. Введение в геномику.	2	2	0	0	0	0	0	4
6.	Тема 6. Тема 6. Высокопроизводительное секвенирование.	2	0	0	2	0	0	0	4
7.	Тема 7. Тема 7. ДНК- секвенирование.	2	0	0	2	0	0	0	4
8.	Тема 8. Тема 8. РНК-секвенирование. Транскриптомные исследования.	2	0	0	2	0	0	0	4
9.	Тема 9. Тема 9. Основы биоинформатического анализа данных высокопроизводительного секвенирования.	2	0	0	2	0	0	0	4
10.	Тема 10. Тема 10. Планирование и проведение эксперимента.	2	0	0	12	0	0	0	6
	Итого		10	0	20	0	0	0	42

##### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

###### Тема 1. Тема 1. Основы современной систематики. Таксономическое исследование животного царства.

Основы современной систематики. Таксономическое исследование животного царства. История учения о систематике и таксономии. Молекулярная эволюция. Генетические варианты. Классификация мутаций. Закрепление вариантов в ряду поколений. Видовая гипотеза и ее проверка: уточнение характера изменчивости, поиск новых признаков.

###### Тема 2. Тема 2. Филогения. Филогенетические деревья.

Тема 2. Филогения. Филогенетические деревья. Кладистический анализ. Молекулярные часы. Понятие трехдоменной системы и двудоменной системы. Молекулярные методы при построении филогенетических деревьев. Предмет молекулярной филогенетики. Краткая история возникновения и развития молекулярной филогенетики. Основные типы данных, которыми оперирует молекулярная филогенетика. Диапазон эволюционной шкалы, в котором работают разные типы данных. Понятие сходства и гомологии в молекулярной филогенетике. Понятия моно- поли- и парафилии. Дерево генов и дерево видов, случаи их несовпадения. Общее представление о методах реконструкции филогенетических деревьев на основе молекулярных данных. Логика применения традиционных и молекулярных методов.

###### Тема 3. Тема 3. Основные этапы молекулярно-генетического анализа.

Основные этапы молекулярно-генетического анализа. Подготовка образцов, секвенирование и биоинформатический анализ данных. Важность этапа сбора образцов. Выделение ДНК, амплификация, детекция продуктов амплификации. Секвенирование по Сенгеру. Требования к лабораториям. Этика проведения экспериментов.

###### Тема 4. Тема 4. Биоинформатический анализ.

Биоинформатический анализ. Базы данных. Выравнивание нуклеотидных (аминокислотных) последовательностей. Гомология нуклеотидных последовательностей. Аналогия последовательностей. Метод попарного невзвешенного кластирования с арифметическим усреднением (UPGMA). Главные дистанционные методы построения деревьев. Понятие ближайших соседей и правило четырех точек. Общий принцип построения дерева методом отношения ближайших соседей. Общее представление о методе связывания ближайших соседей (Neighbor-joining, NJ). Представление о методе минимальной эволюции. Определение длины ветвей на филогенетическом дереве.

#### **Тема 5. Тема 5. Введение в геномику.**

Понятие геномики. Изучение структуры геномов. Геномика для исследования развития живых организмов, различия в типах клеток. Генетические заболевания. Секвенирование различных видов животных. И растений. Исследование морфологии хромосом как способ изучения структуры генома. Эволюция геномов. Белок-кодирующие и регуляторные участки генома.

#### **Тема 6. Тема 6. Высокопроизводительное секвенирование.**

Основные типы секвенирования нового поколения. Развитие методов секвенирования. Секвенирование второго поколения, секвенирование третьего поколения. Терминология NGS. Приложения секвенирования: геномное, экзомное и панельное секвенирование. Исследование ДНК-белковых и ДНК-ДНК взаимодействий. Проблемы и артефакты NGS.

#### **Тема 7. Тема 7. ДНК- секвенирование.**

Принцип подготовки библиотек для секвенирования. Таргетное обогащение. Понятие глубины секвенирования. Ампликоновое и шотган секвенирование. Контроль качества библиотек перед секвенированием. Капиллярный электрофорез. Метагеномика. Понятие метабаркодинга. ДНК-штрихкодирование. Сложности ДНК-секвенирования.

#### **Тема 8. Тема 8. РНК-секвенирование. Транскриптомные исследования.**

Транскриптомные исследования. Контроль качества на этапе пробоподготовки. Разные подходы к РНК-секвенированию. Направленные и ненаправленные библиотеки. Анализ экспрессии генов. Понятие дифференциально экспрессирующихся генов. Контроль качества данных. Изучение регуляции экспрессии генов. Промоторы и энхансеры. Поиск мотивов для регуляции транскрипции. Выбор методов транскриптомных исследований.

#### **Тема 9. Тема 9. Основы биоинформатического анализа данных высокопроизводительного секвенирования.**

Формат данных секвенирования. Основные программы первичной обработки данных. Фильтрация чтений. Характеристика качества прочтений. Оценка нуклеотидного состава. Перепредставленные последовательности. Тримминг. Сборка геномов. Анализ данных РНК экспрессии. Выравнивание чтений на референсный геном. Матрица чисел. Анализ главных компонент. Визуализация данных.

#### **Тема 10. Тема 10. Планирование и проведение эксперимента.**

Формулирование вопроса и дизайн эксперимента. Проблемы правильного планирования. Выбор методов. Проведение эксперимента и анализ данных. Нормализация данных. Интерпретация данных. Глубина секвенирования для детектирования низкоэкспрессируемых транскриптов. Биологическое значение полученных данных. Работа со статьями в реферируемых журналах последних лет. Открытия в зоологии и биологии с использованием молекулярно-генетических методов.

### **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-99бин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

Зуев, В. В. Проблема реальности в биологической таксономии: учебное пособие / В. В. Зуев. - Новосибирск :Новосиб. гос. ун-т, 2010. - 68 с. - ISBN 978-5-94356-899-2. - Текст : электронный - <https://znanium.com/catalog/product/478533>  
 Палеев, Н. Г. Основы клеточной биологии : учебное пособие / Н. Г. Палеев, И. И. Бессчетнов. - Ростов-на-Дону : Издательство ЮФУ, 2011. - 246 с. - ISBN 978-5-9275-0821-1. - Текст : электронный. - <https://znanium.com/catalog/product/550792>

### 6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемому результату обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

### 7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;
- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

### 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

- Barcode of life - <http://www.barcodinglife.org/>
- PubMed - <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>
- Курс по молекулярной филогенетике - <https://stepik.org>

### 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	В ходе лекционных занятий полезно вести конспектирование учебного материала. Примите к сведению следующие рекомендации: Обращайте внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Вид работ	Методические рекомендации
практические занятия	В ходе подготовки к семинарам изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах, газетах и т.д. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. Дорабатывайте свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой. Подготовьте тезисы для выступлений по всем учебным 3 вопросам, выносимым на семинар. Готовясь к докладу или реферативному сообщению, обращайтесь за методической помощью к преподавателю. Составить план-конспект своего выступления. Продумайте примеры с целью обеспечения тесной связи изучаемой теории с реальной жизнью. Своевременное и качественное выполнение самостоятельной работы базируется на соблюдении настоящих рекомендаций и изучении рекомендованной литературы. Обучающийся может дополнить список использованной литературы современными источниками, не представленными в списке рекомендованной литературы, и в дальнейшем использовать собственные подготовленные учебные материалы при написании курсовых и дипломных работ.
самостоятельная работа	Главная задача курса направлена на формирование системных навыков, умений и знаний о приоритетных достижениях биологических наук и их комплексного использования в области систематики и филогении. Работу с литературой разумнее начинать с разбора материала, изложенного в лекциях. Для лучшего усвоения материала предпочтительнее после лекции затрачивать 20-30 минут на рассмотрение изложенного материала, отмечая места, вызывающие вопросы или содержащие непонятный текст. Вопросы, которые требуют дополнительного уточнения, можно разобрать, используя учебники или обратившись к преподавателю. С целью углубления знаний по изучаемому вопросу требуется использовать: рекомендованную литературу и интернет.
экзамен	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что такое геномика? Зачем изучать геномику? Роль геномики в развитии современных представлений о систематике животного мира.</li> <li>2. Кладистический анализ данных. Терминология и методы кладистики.</li> <li>3. Филогенетические деревья. Основные компоненты. Принципы построения.</li> <li>4. Метод молекулярных часов.</li> <li>5. Современные представления о систематике животных и растений. Изменение представлений о систематике с накоплением научных данных. Роль молекулярных методов.</li> <li>6. Мутации. Классификация мутаций. Причины мутаций.</li> <li>7. Основные этапы молекулярно-генетического анализа</li> <li>8. Подготовка зоологического объекта к секвенированию. Основные этапы и принципы. Методы сбора и фиксации. Сложности.</li> <li>9. Принцип метода выделения нуклеиновых кислот.</li> <li>10. Полимеразная цепная реакция.</li> <li>11. Секвенирование методом Сенгера.</li> <li>12. Технология секвенирования нового поколения (NGS). История развития метода. Основные подходы к высокопроизводительному секвенированию.</li> <li>13. Транскриптомика. Методы транскриптомики. Оценка экспрессии генов. Использование транскриптомики для определения функций генов.</li> <li>14. Генетический баркодинг.</li> <li>15. Компьютерный анализ данных секвенирования. Основные этапы.</li> <li>16. Что такое геномика? Зачем изучать геномику? Роль геномики в развитии современных представлений о систематике животного мира.</li> <li>17. Изучение структуры генома. Примеры.</li> <li>18. Основные этапы подготовки библиотек для секвенирования.</li> <li>19. Проблемы и артефакты NGS.</li> <li>20. Основные приложения NGS.</li> <li>21. Контроль качества секвенирования.</li> </ol>

**10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

**11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Специализированная лаборатория.

## **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи;
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 06.04.01 "Биология" и магистерской программе "Биоресурсы и биоразнообразие".

*Приложение 2  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.07 Молекулярно-генетический анализ в систематике и  
филогении животных*

**Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Направление подготовки: 06.04.01 - Биология

Профиль подготовки: Биоресурсы и биоразнообразие

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2022

**Основная литература:**

1. Зуев, В. В. Проблема реальности в биологической таксономии: учебное пособие / В. В. Зуев. - Новосибирск :Новосиб. гос. ун-т, 2010. - 68 с. - ISBN 978-5-94356-899-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/478533> (дата обращения: 19.04.2020). - Режим доступа: по подписке.
2. Палеев, Н. Г. Основы клеточной биологии : учебное пособие / Н. Г. Палеев, И. И. Бессчетнов. - Ростов-на-Дону : Издательство ЮФУ, 2011. - 246 с. - ISBN 978-5-9275-0821-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/550792> (дата обращения: 10.11.2021). - Режим доступа: по подписке.

**Дополнительная литература:**

1. Биоразнообразие : курс лекций / сост.: Б.В. Кабельчук, И.О. Лысенко, А.В. Емельянов, А.А. Гусев. - Ставрополь: АГРУС, 2013. - 156 с. - ISBN 978-5-9596-0899-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/514020> (дата обращения: 28.04.2018). - Режим доступа: по подписке.
2. Дауда, Т. А. Зоология беспозвоночных : учебное пособие / Т. А. Дауда, А. Г. Коцаев. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 208 с. - ISBN 978-5-8114-1707-0. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/168716> (дата обращения: 10.11.2021). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Дауда, Т. А. Зоология позвоночных : учебное пособие / Т. А. Дауда, А. Г. Коцаев. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 224 с. - ISBN 978-5-8114-1708-7. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/168717> (дата обращения: 10.11.2021). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

*Приложение 3*  
*к рабочей программе дисциплины (модуля)*  
*Б1.В.07 Молекулярно-генетический анализ в систематике и*  
*филогении животных*

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 06.04.01 - Биология

Профиль подготовки: Биоресурсы и биоразнообразие

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2022

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.